

# Efforts de coupe, 2e partie : estimation et optimisation des efforts de coupe

30 mars 2023, 14:58

Samuel Milton

*Les efforts de coupe jouent un rôle crucial dans les processus de fraisage. Dans ce deuxième article, nous nous livrons à un examen plus approfondi de l'estimation et de l'optimisation de ces efforts de coupe.*

Dans l'article intitulé « Efforts de coupe, 1ère partie : les efforts de coupe et leur influence sur le processus de fraisage », nous avons expliqué pourquoi il était capital de saisir l'influence des efforts de coupe sur le fraisage ainsi que les facteurs qui affectent ces derniers pour optimiser le processus et obtenir des résultats de haute qualité. Dans cette seconde partie, nous allons nous pencher plus avant sur l'estimation et l'optimisation de ces forces.

## Estimation des efforts de coupe : méthodes analytiques

Plusieurs méthodes analytiques permettent d'estimer les efforts de coupe impliqués dans les processus de fraisage. Ces méthodes reposent sur divers paramètres tels que la géométrie de l'outil, les propriétés du matériau constitutif de la pièce à usiner, les conditions de coupe et l'interaction entre l'outil et la pièce à usiner. Quelques-unes de ces méthodes analytiques font l'objet d'une description ci-après.

*Diagramme du cercle de Merchant* : Il s'agit de la méthode la plus communément utilisée pour estimer les efforts de coupe exercés lors d'un fraisage. Cette méthode est basée sur la géométrie de l'outil de coupe et de la pièce à usiner. Une série d'équations prenant en compte l'angle de coupe, la vitesse d'avance de la fraise et la profondeur de coupe permettent d'évaluer l'effort de coupe, lequel se décompose en trois composantes : la composante radiale (Fr), la composante tangentielle (Ft) et la composante axiale (Fa).

*Modèle de Kienzle* : Cette méthode repose sur le principe de la conservation de l'énergie. L'effort de coupe est proportionnel à l'énergie nécessaire pour cisailler le matériau, laquelle dépend du volume de matériau enlevé pendant le processus de coupe. Cette méthode tient également compte de la déformation élastique et plastique du matériau et de l'outil pendant le processus de coupe.

*Modèle prédictif d'Oxley* : Ce modèle repose sur le concept de zones d'adhérence et de glissement dans le processus de coupe. La zone d'adhérence fait référence à la région où le copeau est en contact avec l'outil, tandis que la zone de glissement correspond à la région où le copeau glisse sur la surface de la pièce à usiner. Ce modèle prédit les efforts de coupe en se fondant sur la longueur de ces zones, l'épaisseur du copeau et paramètres géométriques de l'outil.

*Modèle de Lee et Shaffer* : Cette méthode repose sur l'hypothèse selon laquelle l'effort de coupe est proportionnel à l'épaisseur du copeau non déformé. Ce modèle tient compte de la vitesse de coupe, de la géométrie de l'outil et des propriétés du matériau constitutif de la pièce à usiner.

*Modèle de la zone de cisaillement* : Cette méthode tient compte de la déformation par cisaillement et de la vitesse de déformation du matériau pour estimer l'effort de coupe. La vitesse de déformation par cisaillement est liée à la vitesse de coupe, tandis que la déformation par cisaillement est liée à l'épaisseur du copeau et à l'épaisseur du copeau non déformé.

Dans l'ensemble, ces méthodes analytiques permettent d'obtenir une estimation satisfaisante des efforts de coupe dans les processus de fraisage. Néanmoins, elles requièrent l'application de paramètres d'entrée précis, tels que le module d'élasticité, la résistance au cisaillement et la vitesse de coupe, lesquels sont susceptibles de varier en fonction du matériau constitutif de la pièce à usiner et des conditions de coupe.

## Optimisation des efforts de coupe

L'optimisation des efforts de coupe lors du processus de fraisage peut contribuer à améliorer l'efficacité et la productivité globales du processus d'usinage.
Ci-après figurent quelques-unes des opérations d'optimisation des efforts de coupe pendant le fraisage :

1. Assurez-vous de la sélection de la plage de travail appropriée : Vérifiez si la plage de travail retenue est adaptée à l'outil et au matériau constitutif de la pièce à usiner. Une diminution de la vitesse de coupe, de la profondeur de coupe et de la vitesse d'avance de la fraise peut contribuer à réduire les efforts de coupe. Toutefois, il faut impérativement s'assurer que les paramètres réduits ne compromettent ni le fini de surface ni la précision dimensionnelle de la pièce usinée.

2. Sélectionnez un outil présentant une géométrie appropriée : le choix d'un outil possédant une géométrie adaptée au matériau constitutif de la pièce à usiner et au processus d'usinage contribue à réduire les efforts de coupe. À titre d'exemple, la sélection d'un outil présentant un angle de coupe plus élevé contribue à réduire les efforts de coupe, tandis que celle d'un outil présentant un angle de coupe plus faible risque d'accroître les efforts de coupe.

3. Servez-vous d'un fluide de coupe adéquat : l'utilisation d'un fluide de coupe approprié contribue à améliorer la durée de vie de l'outil et à réduire les efforts de coupe en diminuant les frottements dans la zone de contact entre l'outil et le copeau. Par exemple, l'utilisation d'un liquide de refroidissement à haute pression contribue à réduire les efforts de coupe, mais aussi à améliorer l'évacuation des copeaux.

4. Veillez à l'utilisation d'une configuration stable : s'assurer de la stabilité de la configuration de la fraiseuse peut contribuer à réduire les efforts de coupe. À titre d'exemple, le recours à un système rigide de retenue de la pièce à usiner ainsi qu'à un bâti de machine stable peut contribuer à réduire les efforts de coupe et à améliorer le fini de surface.

5. Optimisez la course de l'outil : une optimisation de la course de l'outil contribue à réduire les efforts de coupe en diminuant la quantité de matière enlevée lors de chaque passe. Veillez à ce que la charge du copeau soit constante en tout point de la course de l'outil afin de prévenir toute surcharge à l'extrémité de l'outil. Par exemple, le recours à une stratégie de fraisage trochoïdal contribue à améliorer la durée de vie de l'outil et à réduire les efforts de coupe.

6. Recourez à la commande adaptative : l'utilisation d'un système de commande adaptatif qui ajuste les paramètres de coupe en temps réel en fonction des conditions de coupe contribue à optimiser les efforts de coupe et à améliorer l'efficacité du processus d'usinage.

L'optimisation des efforts de coupe pendant le fraisage implique la sélection des paramètres de coupe pertinents et d'un outil présentant une géométrie appropriée, l'utilisation d'un fluide de coupe adéquat, l'utilisation d'une configuration stable, l'optimisation de la course de l'outil et le recours à une commande adaptative. La mise en oeuvre de ces six stratégies contribue à réduire les efforts de coupe ainsi qu'à améliorer le fini de surface, la durée de vie de l'outil et l'efficacité globale du processus d'usinage.

## Plate-forme en ligne Sirris

Sur la plate-forme en ligne « modelgebaseerdbewerken », vous pouvez d'ores et déjà simuler les efforts de coupe relatifs à vos processus. Vous pouvez également accéder à divers modèles, tels qu'un modèle économique de fraisage, et les mettre à contribution pour optimiser vos processus d'usinage. L'accès à cette plate-forme est gratuit, mais l'inscription est obligatoire. Vous y découvrirez aussi une foule d'explications utiles concernant l'usage des modèles proposés, mais ne perdez pas de vue l'agenda Sirrishttps://www.sirris.be/agenda parce que nous ne manquerons pas d'organiser bon nombre d'événements physiques et en ligne, tels que des webinaires et autres ateliers.
Si vous souhaitez en savoir plus, prenez contact avec nous!

*La plate-forme en ligne fait partie intégrante du projet COOCK intitulé « modelgebaseerd bewerken », lequel fut lancé avec le soutien du VLAIO.*

## Auteurs



Samuel Milton